

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

1. the Approach of Etching Structural Crevice into Substrate -- Setting -- at Least Some Ferroelectricity Domains in Substrate -- Two or More Than it -- Possible It is Phase Aligned in the Domain Bearing Chosen from Domain Bearing. To it The rate into which a substrate ingredient is etched with an etching reagent is the method of a domain of a substrate ingredient. Phase which changes with grade Approach characterized by having the phase which puts a substrate to an etching reagent.
2. Said phase to align The field where the substrate was chosen is crossed, electric field are applied, and the domain in the field is described above. Example of a claim characterized by including the phase aligned in the bearing decided by electric field Approach given in **** 1 term.
3. said phase to align the field where one field of the (i) substrate was chosen, and (ii) -- at least -- everything but a substrate Phase of a field with a field being alike, respectively and connecting an electrode ***** of a claim characterized by including the phase which applies the potential difference to inter-electrode [said] Approach given in the 2nd term.
4. Said phase to align It is characterized by including the phase of maintaining a fixed current substantially in inter-electrode [said]. Approach given in the 3rd term of a claim.
5. Stage which passes current to inter-electrode [said] until charge beforehand set to inter-electrode [said] flows Approach given in the 3rd term of a claim or the 4th term characterized by including a story further.
6. Said phase to align Resequencing of the domain of the substrate ingredient which is under an insulating material when said electric field are able to be applied The phase which applies the insulating material which serves to forbid to the part as which the substrate front face was chosen is included. Approach given in any 1 term of the 2nd term of a claim to the 5th term characterized by things.
7. Said phase to align Phase which applies the insulating material of photosensitive to a substrate Phase of exposing a certain part of said insulating material to light It is [whether said insulating material was exposed to light, and] selectively about a substrate to said insulating material. Claim characterized by including the phase which applies the insulating material clearance material to remove Approach given in the 6th term.
8. Example of claim characterized by said structural crevice being depth of 1 micrometer at least Approach given in any 1 term of **** 1 term to the 7th term.
9. ***** of claim characterized by said structural crevice being V type cross section substantially Approach given in any 1 term of the 1st term to the 8th term.
10. Leave the long and slender configuration in which it projects for using it as a probe head of an atomic force microscope. Claim characterized by including the phase which etches the field which has a substrate in a sake Approach given in any 1 term of the 1st term of the range to the 9th term.
11. The 1st term of a claim to the 10th term characterized by said substrate being a crystal Approach given in any or the 1st term.
12. The 11th term of a claim characterized by said substrate being lithium niobate The approach of a publication.
13. It was made by any 1 term of the 1st term of a claim to the 12th term by the approach of a publication. Substrate which has the etched configuration.
14. Probe head of the atomic force microscope made by the approach according to claim 10 .

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2002-501468

(P2002-501468A)

(43) 公表日 平成14年1月15日 (2002.1.15)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード* (参考)

C 3 0 B 33/08

C 3 0 B 33/08

29/30

29/30

A

G 0 2 B 6/12

G 0 2 B 6/12

L

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 32 頁)

(21) 出願番号 特願平10-543645
(86) (22) 出願日 平成10年4月17日 (1998. 4. 17)
(85) 翻訳文提出日 平成11年10月18日 (1999. 10. 18)
(86) 国際出願番号 P C T / G B 9 8 / 0 1 1 2 3
(87) 国際公開番号 W O 9 8 / 4 6 8 1 3
(87) 国際公開日 平成10年10月22日 (1998. 10. 22)
(31) 優先権主張番号 9 7 0 7 7 6 9 . 7
(32) 優先日 平成 9 年 4 月 17 日 (1997. 4. 17)
(33) 優先権主張国 イギリス (G B)
(31) 優先権主張番号 9 7 1 3 3 6 2 . 3
(32) 優先日 平成 9 年 6 月 24 日 (1997. 6. 24)
(33) 優先権主張国 イギリス (G B)

(71) 出願人 イギリス国
イギリス国 ハンプシャー ジュー14
0 エルエックス ファーンボロー (番地なし) ディフェンス エヴァリュエーション
アンド リサーチ エージェンシー
(72) 発明者 イーサン ロバート ウィリアム
イギリス ハンプシャー エスオー15 5
ジェイディー サウザンプトン シルリー
サウス ヴィュー ロード 9
(74) 代理人 弁理士 中村 稔 (外9名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エッチング方法

(57) 【要約】

基板に構造的凹部をエッチングする方法において、基板内の強誘電性ドメインを2つ又はそれ以上の可能なドメイン方位から選択されたドメイン方位に整列させる段階であって、それにより基板材料がエッチング液でエッチングされる速度が基板材料のドメイン方位と共に変わる段階と、基板をエッチング液に曝す段階とから成ることを特徴とする方法。

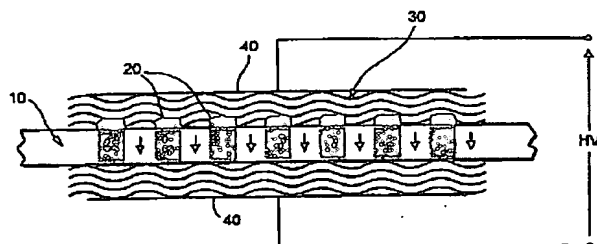


FIG. 1

【特許請求の範囲】**1. 基板に構造的凹部をエッチングする方法において、**

基板内の少なくとも幾つかの強誘電性ドメインを2つ又はそれ以上の可能なドメイン方位から選択されたドメイン方位に整列させる段階であって、それにより基板材料がエッチング液でエッチングされる速度が基板材料のドメイン方位と共に変わる段階と、

基板をエッチング液に曝す段階とを備えることを特徴とする方法。

2. 前記整列させる段階が、

基板の選択された領域を横切って電界をかけ、その領域内のドメインを前記電界によって決まる方位に整列させる段階を含むことを特徴とする、請求の範囲第1項に記載の方法。

3. 前記整列させる段階が、

(i) 基板の1つの面の選択された領域と、(ii) 少なくとも基板の他の面のある領域のそれぞれに電極を接続する段階と、

前記電極間に電位差をかける段階とを含むことを特徴とする、請求の範囲第2項に記載の方法。

4. 前記整列させる段階が、

前記電極間に実質的に一定の電流を維持する段階を含むことを特徴とする、請求の範囲第3項に記載の方法。

5. 前記電極間に予め定められた電荷が流れるまで、前記電極間に電流を流す段階を更に含むことを特徴とする、請求の範囲第3項又は第4項に記載の方法。**6. 前記整列させる段階が、**

前記電界をかけられたときに絶縁材の下にある基板材料のドメインの再整列を禁じる働きをする絶縁材を基板表面の選択された部分に塗布する段階を含むことを特徴とする、請求の範囲第2項から第5項の何れか1項に記載の方法。

7. 前記整列させる段階が、

光感受性の絶縁材を基板に塗布する段階と、

前記絶縁材の或る部分を光に露出する段階と、

前記絶縁材が光に露出されたか否かによって基板から前記絶縁材を選択的に除去する絶縁材除去材を塗布する段階とを含むことを特徴とする、請求の範囲第6項に記載の方法。

8. 前記構造的凹部が少なくとも深さ1 μm であることを特徴とする、請求の範囲第1項から第7項の何れか1項に記載の方法。
9. 前記構造的凹部が実質的にV型断面であることを特徴とする、請求の範囲第1項から第8項の何れか1項に記載の方法。
10. 原子間力顕微鏡の探針先端として使用するための突出する細長い形状を残すために基板のある領域をエッチングする段階を含むことを特徴とする、請求の範囲第1項から第9項の何れか1項に記載の方法。
11. 前記基板が結晶であることを特徴とする、請求の範囲第1項から第10項の何れか1項に記載の方法。
12. 前記基板がニオブ酸リチウムであることを特徴とする、請求の範囲第11項に記載の方法。
13. 請求の範囲第1項から第12項の何れか1項に記載の方法によって作られた、エッチングされた形状を有する基板。
14. 請求の範囲第10項に記載の方法によって作られた原子間力顕微鏡の探針先端。
15. 外部接続部材を集積回路と整列させるのに用いるために集積回路基板上に整列用の形状を作る方法において、前記形状を請求の範囲第1項から第12項の何れか1項に記載の方法を使ってエッチングする段階から成る方法。
16. 前記整列形状が細長い溝であることを特徴とする、請求の範囲第15項に記載の方法。
17. 請求の範囲第15項又は第16項に記載の方法によって作られた整列形状を有する集積回路基板。
18. 互いに基板を整列させるための相補的整列形状を有する一対の集積回路基板において、少なくとも1つの基板上の整列形状が請求の範囲第15項又は16項に記載の方法により作られていることを特徴とする、一対の集積回路基板。

19. 1つの結晶材料の基板が他の結晶材料の基板上に取り付けられるフリップチップにおいて、前記基板は相補的整列形状を有し、少なくとも1つの基板上の整列形状が請求の範囲第15項又は第16項に記載の方法により作られていることを特徴とするフリップチップ。
20. エッチングされた構造を形成する方法において、

2つ又はそれ以上の基板各々の内の強誘電性ドメインを2つ又はそれ以上の可能なドメイン方位から選択されたドメイン方位に整列させる段階であって、それにより基板材料がエッチング液でエッチングされる速度が基板材料のドメイン方位と共に変化する段階と、

1つの基板内の方位付けされたドメインが隣接する基板の同じように方位付けされたドメインと実質的に重なるように2つ又はそれ以上の基板を互いに接着する段階と、

前記接着された基板をエッチング液に曝す段階とから成ることを特徴とする方法。
21. 請求の範囲第1項から第12項及び第20項の何れか1項に記載の方法を使ってエッチングされた音波導波又は音波濾波形状を有する音波素子。
22. 請求の範囲第1項から第12項及び第20項の何れか1項に記載のエッチング方法を使って形成された光学反射面を有する光学導波素子。

【発明の詳細な説明】**エッチング方法****発明の属する技術分野**

本発明はエッチング方法に関する。

発明の背景

現在基板をエッチングするのに様々な技法が用いられている。これらの技法は基板をエッチング液（例えば酸）に曝す前に基板のある領域をマスキングすること、又は基板のある領域を粒子又は放射線のビームに曝すことによりエッチングすることの何れかに依存する傾向にある。

これらの技法には全て欠点がある。今までに提案された技法を個別にその関連する問題と共に述べれば以下になる。

- i) 機械的鋸引き及びミリング：精度の制約が非常に大きく（ブレード及び工具は通常100ミクロンより大きい）それ故精密構造を作るのに適していない。作り出される構造の表面壁も粗くなる。
- ii) 粒子ビーム及びイオンビーム損傷：これらの技法ではサンプルはイオンにより衝撃され、サンプル内に損傷を受けた領域を形成することとなる。続いて化学エッチングを行えば、損傷領域はエッチングが加速されることとなる。この技法は、貫通深さが限られ、また移動範囲が一定しないので、浅い構造の製作に限られる。イオンビームを繰り返し適用するのは、先に行われたエッチングステップによりボケが生じるため、深い構造を作るのには利用できない。
- iii) マスキング及びそれに続くエッチング：この場合、（写真平版的に形状を決めることのできる）マスキング層がある領域をエッチング液に曝し、一方他の領域を保護する結果となる。この技法はアンダーカットの制約を受け、このため分解能及びアスペクト比に制約が生じる。
- iv) 直接光子切除（レーザー切除）：これは構造を作るのに使うことはできるが、

破片を生成し、形状が不正確となり、クラックや溶融を生じるので、浅い構

- 造と小さなアスペクト比（形態の幅に対する形態の深さの比）に制限される。
- v) レーザーによる化学反応：この項にはサブバンドギャップ・レーザーマイクロマシニング及び紫外線レーザー誘導脱着、レーザー光熱分解のような幾つかの技法が含まれる。レーザーは直接物質と相互作用して物質を熔融、分解、解離する。これにはiv)と同じ欠点がある。
- vi) 反応イオンエッチング及び反応イオンビームエッチング：この技法では、イオンは生成され、前もってマスクングされた表面に衝突して、直接の衝突又は化学的に助力された反応種の生成によって物質を取り除く。この技法は浅い形態に限られ、コスト高で生産量も限られる。この技法は原子的に滑らかで制御された形態を作るのに、下にある結晶形態を利用していない。
- vii) イオンビームミリング：この技法は、vi)と同じであるが、エッチングのパターンを制御するのに電磁操縦ビームを使う。生産量は限られ、深さにも制限があり、その結果、基板の壁開が生じ、またスパッタされた物質の再蒸着が生じる。
- viii) プラズマ、スパッタ及びドライエッチング技法：これらはiii)と同じであるが、湿式の化学エッチング環境の代りにプラズマ環境を使う。

これらの技法は全て色々な面で制約があり、新しく提案されたエッチング法とは違って、どれも結晶学的に定義された精度を提供しはしない。又、これらの技法は全て表面マスクングに依存しているため、高い空間分解能のある深い構造を作る面において制約がある。

発明の要約

本発明は、基板内の強誘電性ドメインを2つ又はそれ以上の可能なドメイン方位から選択されたドメイン方位に整列させる段階であって、それにより基板材料がエッチング液でエッチングされる速度が基板材料のドメイン方位と共に変わる段階と、

基板をエッチング液に曝す段階とから成る、基板に構造的凹部をエッチングする方法を提供する。

本発明によるエッチング処理には、基板内の強誘電性ドメインの制御された反転又は整列（例えば、電氣的ポーリングによる）と、その後続く、ドメイン整列境界に従った構造的凹部のエッチングとが含まれる。

本発明は、ポーリング（極性調整）処理によって作り出されるドメイン構造が、構造の厚さ全体に又は少なくとも十分に、基板の内にスムーズにそして均一になるように拡がり得ることを理解している。本発明はこれを使って、正確な（原子レベルでの）寸法と位置決めとを備えた深い巨視的形態を製造することのできるエッチング法を提供する。実際、これらの利点の幾つかは、技法が単位格子レベルのバルク結晶の改変を含む様な方法に由来する。

本発明を利用すれば、（例えば $1\ \mu\text{m}$ より大きな）構造的凹部が創造できる。これは先の提案の何れとも違って、基板の化学的又は電氣的形態を見えるようにする（まさに表面パターンを作る）ためにディファレンシャルエッチング技法を用いる。

本発明の更なる態様と特徴は添付の請求項に定義されている。

図面の簡単な説明

本発明の実施例を、事例を用い添付図面を参照しながら以下説明するが、図中同様なパーツは同様な参照番号で表示する。

図1はニオブ酸リチウム結晶にドメインポーリング処理を行っているところを示す概略線図である。

図2は定電流電源の概略線図である。

図3及び4はエッチングされた結晶の概略断面である。

図5は集積回路の概略平面図である。

図6a、6b、6cは原子間力顕微鏡検査（AFM）用の探針の成形を概略的に示す。

図7はAFM探針を概略的に示す。

図8はドメインポーリングのもう1つの技法を概略的に示す。

図9はエッチングされた整列キーを概略的に示す。

図10はシリコン及びニオブ酸リチウム基板上の相補形状部の合体を概略的に

示す。

図11はポーリングされたウェハの積層を概略的に示す。

図12は、図11の積層を本発明の実施例によるエッチング技法を用いてエッチングしたものを概略的に示す。

図13は電極のセットを概略的に示す。

図14は音波導波管を概略的に示す。

図15は表面音波利用素子を概略的に示す。

図16は表面音波利用素子を概略的に示す。

図17はz軸が平面に直角ではない結晶ウェハを概略的に示す。

図18及び19はミラー素子を概略的に示す。

発明の詳細な説明

図1はニオブ酸リチウム結晶ウェハ10に強誘電性ドメインポーリング処理を行っているところを示す概略線図である。

ニオブ酸リチウム結晶内には、基本的結晶軸に関して2つの可能性のある強誘電性ドメインの方位がある。(チタン酸バリウムのような他の結晶には、可能性のある方位が6つもあるものもあるが、ここではより単純なニオブ酸リチウムについて説明する)。図1ではこれら2つの可能性のあるドメイン方位が概略的に「アップ」(↑)及び「ダウン」(↓)と表されている。

図1に概略的に示すポーリング操作の目的は、ドメイン方位に敏感なエッチング処理の前に、結晶ウェハのドメインの方位を合わせ、ポーリング処理によってセットされたドメイン方位が、エッチング処理の結果として生じる結晶表面のエッチングパターンを決めるようにすることである。

ポーリング処理

図1の制御されたポーリング処理における処理段階は、後で表示する通りである。この例では、結晶ウェハ10は厚さが約200乃至500 μ mの間にあり、

約18mm \times 25mmの大きさにカットされている。結晶ウェハは製造時に予めポーリングしてあるので、以下に述べる処理が始まる前に全てのドメインが同じ方向に向けられている。この予めのポーリング(以後、事前ポーリングと呼ぶ)

は結晶成長の間又はその後に、結晶を横切って均一な電界をかけることにより行われる。しかし、ランダムにポーリングされた結晶を使用する場合には、まず最初に事前ポーリング操作を行うことになる。

本技法の基本は、フォトレジスト材を結晶を横切って塗布し、次にこれを「クリーン」領域とフォトレジストでカバーされた領域とのパターンを結晶表面上に残しながら選択的に除去することである。フォトレジスト自体は、エッチング処理に抗する通常の役割に使用されるのではなく、単に、容易に取り扱える電氣的絶縁材として使用されるだけである。電界が結晶表面を横切ってかけられる。フォトレジストが除去されているところでは、電界は強誘電性ドメインを特定の方向にポーリングする。これはフォトレジストが残っているところでは起こらない。次に、フォトレジストが除去され、異なるドメイン方位の間ではエッチング速度が違ふことを利用して、所望の形状を材料にエッチングする。

即ち、ポーリング処理の詳細なステップは以下の通りである。

- (a) 結晶ウェハは、超音波槽内で、50℃で、以下の一連の溶剤、即ち (i) ロキソテイン(20分)、(ii) アセトン(20分)、(iii) イソプロパノール(20分)、(iv) 水及びマイクロ洗剤(20分)、(v) 水(20分)を用いて洗浄される。ウェハは濾過された空気を使って乾燥される。
- (b) 通称シブレイ S 1 8 1 3 フォトレジストの層が、結晶表面のいわゆる z 面上に 5000 rpm で回転形成される。(フォトレジスト付きの) 結晶は 90℃で 35 分間オーブン内でバークされる。
- (c) フォトレジストはカールサス・マスクアライナと写真平版マスクを使い、約 6 秒間露出してパターン付けされる。この処理はフォトレジストを横切って一連の平行な線を露出し、フォトレジスト層の面に概念的な「格子ベクトル」に平行に整列した格子構造を形成する。この処理では、ウェハは、格子ベクトルが結晶の x 軸に平行になるように整列させられている。

マスクは、エッチングされてできる格子が所望の 50 : 50 のマスクー

スペース比となるように配列される。(エッチング現象ではなく電氣的な)「ドメイン拡大」が生じてエッチングされる領域がポーリングされた領域よ

りも広くなるので、ポーリングされる領域は、これを相殺するために計画的に狭くされる。この例では、マスクは $5.95\text{ }\mu\text{m}$ 離して設けた $0.8\text{ }\mu\text{m}$ のストリップ（開放部）で形成される。（既に述べたが、図1の概略的表示を理解しやすくするため、このストリップは隣接するストリップの間の隙間と同じサイズで描かれている。）

(d) フォトレジストはシブレイMFD現像液中で50秒間現像され、水中で2分間洗われ、次に濾過された空気乾燥される。その結果、図1の断面に概略的に示すように、約 $0.8\text{ }\mu\text{m}$ 幅のフォトレジストのストリップ（帯）が残される。

(e) 電氣的ポーリングオペレーションに備えて、導電性ゲル30がフォトレジスト領域の上に薄く塗られる。（この例では、人間の患者の皮膚と金属電極との間の接続を強化するために作られた医薬用の「ECG」ゲルが使用される）。ゲルの拡がり为避免電氣的絶縁破壊を防ぐために、ウェハ10の縁端領域は帯状のプラスチック接着絶縁テープ（図示せず）を用いてマスキングされる。次に、黄銅電極40がゲル層と電氣的に接触するように配置される。

(f) 次に、黄銅電極40の間にパルス状の高電圧電界をかけてサンプルがポーリングされる。パルスは高電圧の定電流電源から供給されるが、これについては図2に関連して後に述べる。この電界は使用中の材料について保持力か又はそれに近いものであり、ニオブ酸リチウムに対しては 22 kV/mm のオーダーであり、導電性ゲルがウェハ表面に接触している位置でウェハにかけられる。フォトレジスト層20がゲル30とウェハ表面との間にくるところでは、電界はドメイン方位には影響を及ぼさない。

それ故、図1に概略的に示すような、2つのドメイン方位の領域が交互に現れる、ポーリングされたドメイン構造となる。

(g) 一旦ウェハドメインがポーリングされると、ウェハは偏光顕微鏡で見て、ドメイン構造を評価、チェックできる。このような顕微鏡を通しての画像

で観察されるコントラストは、ドメイン操作材料内の応力によるものである

定電流電源

図2は、図1のゲル30に適用される黄銅電極40の間に接続される定電流電源を概略的に示す。

電源は、アースと結晶の1つの面上の黄銅電極との間に接続された標準的高電圧(0-30kV)電源100から成る。結晶の他の面上の黄銅電極は、電流感知エレメント110(例えば、何れかのターミナルの電圧センサーを備えた既知の値の抵抗器であり、使用電圧が高いため積分器及び電流制御器(後記参照)から光絶縁されている)を経由し、また電流制御FETトランジスタ120を経由して接地されている。

電流感知エレメント110の出力は積分器130と電流制御器140とに並列供給される。積分器130は、結晶を通る電流の積分値、言い換えれば結晶に供給される全電荷、を表示する電気信号を生成する。これは(全電荷制御器150により)ユーザーの設定した全要求電荷量と比較され、結晶を通して更に電流を流すべきか否かを表示するゲート信号が生成される。電流制御器は、瞬時電流をユーザーの設定した要求電流値と比較し、FETが通過させる電流量を制御するための電流制御信号を生成する。

電流制御器140からの電流制御信号は、コンバイナ160内で全電荷制御器からの電流ゲート信号と結びつけられる。

FET120は、コンバイナ160からのゲート電流制御信号によって、結晶を通して流れる電流を制御する。それ故、全要求電荷に到達しない限り、瞬時電流は電流制御器140により一定又は一定近くに制御される。全要求電荷に達すると、全電荷制御器のゲート効果により、FETはスイッチを切り電流を実質的にそれ以上流さないようにする。

エッチング処理

次にウェハは、フッ化水素酸(濃度48%)約33%と、硝酸(濃度69-71%)約67%との混合液中で数分間乃至何時間もエッチングされる。酸を混合する際の割合と濃度は、エッチングを行う際にはそれほど厳密でなくともよい。

エッチング処理の基本は、異なる方位付けをされたドメインに対してエッチング速度が全く違うために、ポーリング構造が結晶ドメインに適用されると、結晶表面の異なるエッチングによって物理的構造が作り出されるということである。

室温でのエッチング速度は約1時間当たり1 μm であるが、この値はエッチング液の温度やエッチング用化学薬品の割合を変えることにより強く影響される。

図3及び4はエッチングされてできた結晶の概略断面である。図3は、ドメインが結晶ウェハの厚さ全体に亘って均一にポーリングされ、次に、結晶ウェハの上面及び下面の両方がエッチング酸液に曝された場合を示す。図4は、結晶の（図示の）上面だけがエッチング酸液に曝された場合を示す。

エッチング酸液が結晶表面に接触するところはスムーズにエッチングされ、ドメインがある1つの方位にあるところでは、1 μm 以上の深さのV型溝170、175、180が形成されるが、ドメインが別の方位にあるところでは、何らの材料も殆ど除去されない。この結果所望の50:50のマスキースペース比の格子構造ができる。

図3では、2つの面上にエッチングされたパターンは空間的に相補的であるので、何時の面上のエッチングされたチャネル175は、他の面上の2つのエッチングされたチャネル170の間のギャップ上に重なることが分かる。これは酸により差動的にエッチングされることによる。図1に戻るが、逆のドメイン方位を持つ領域が交互に作られている。ドメインが実際向いているのがどちらの方向であっても、酸は各ドメインの1つの「端部」を選択的にエッチングする。そのため、もし酸が図1の矢印の頭部で表示されている各ドメインの端部を選択的にエッチングすると考えることができれば、図3の相補的エッチングパターンに至ることができる。

図5は集積回路200を概略的に示すものであり、先に述べたようにエッチングされたチャネル210に関するもう1つの用途を例示するものである。集積回路では、信号が受信されて処理され、そして／又は処理後光学的形態で出力される。これはピグテール光ファイバー230と、集積回路（例えば、モジュレータ

ー205）の適切な電子光学部分に至る導波管215との間の非常に正確な整列

に依存している。

上記の技法を用いれば、正確な、V型のチャンネル120を集積回路自身の外側の基板220の領域にエッチングすることができ、そのためピグテールファイバーを正しい位置に配置するガイドにすることができる。これに使うには、溝は約60 μm の深さがあればよい。

上記例にはニオブ酸リチウムを使ったが、他にも多くの強誘電性結晶又は他の物質をこの処理用の基板として使うことができる。以下に、これに限るものではないが、その例を挙げる。

タンタル酸リチウム

ドーブ処理されたタンタル酸リチウム

ドーブ処理されたニオブ酸リチウム

KTP及びその同形体

チタン酸バリウム

チタン酸ストロンチウムバリウム

ニオブ酸カリウムストロンチウム

ニオブ酸カリウムリチウム

ポーリングできる重合体又はガラス状のホスト

エッチング処理には、エッチング速度が異なるポーリングをされたドメインの間で違うのであれば、異なる化学薬品又は化学薬品の組合せを用いてもよく、異なる相（例えば、ガラス及び固相）を用いてエッチングしてもよい。又、例えばイオンエッチング及びプラズマエッチング類のように帯電した核種を使ってエッチングしてもよい。

用途

格子構造以外に他の露出フォーマットを使うこともできる。フォトレジスト技法を使えば、四角形、三角形、線状、島状、メサ状、「コーナーキューブ」箱状、顕微鏡的孔状（例えば、濾過、ふるい、精錬、選別用）及びその他の幾何学的形状を生成できる。この技法のプロトタイプによって作られた構造は、表面仕上げ

の平滑性及び均一性の点で光学導波管並の品質であった。実際、電子顕微鏡による表面の近接検査によれば、表面は原子（単位格子）の精度に滑らかであると想定される。

この処理は、原子間力顕微鏡用の探針を製造するのに必要な微小な構造を作るのに使用できる。実際、この探針がニオブ酸リチウムで作られるなら、窒化シリコン又は炭化シリコンから作られる従来型の探針に比べ、この材料が光学的に透明であり、電気－光学効果を有し、圧電性があり、ピロ電気性があり、光屈折性があるという付加的な利点を有することになる。

図6 a、6 b、6 cはAFM探針の形成を概略的に示す。

結晶ブランク300から始め、結晶の層の大部分は上記技法によりエッチング除去され、ベース部材310上に平行な側面を有する突起320（図6 b）又はベース部材340上に先のとがった突起330（図6 c）を残すのみとなる。ベース部材は既知のAFM装置において突起を支持するのに使われる。

図7は、本技法により作られたベース部材350上のAFM探針360の概略斜視図である。

更なる用途はセンサー分野にある。ニオブ酸リチウム結晶が、本技法を使ってその表面にエッチングされた微細開口を有していれば、結晶のバルクの電子－光学特性、圧電特性、ピロ電気特性及び／又は光屈折特性を、その微細開口に他の物質を吸着させることにより変えることができる。変更の度合いは、濃度、方位、位置及び吸着物の特性を表示することとなる。

もう1つの用途は、別々の結晶サンプル上に相補的なオスメス形状を作り、互いに組み合わせて2つのサンプルを保持できるようにすることである。これは長い又は意図的「フリップチップ」デバイスを形成するのを助ける。

本技法を使用する更なる例は、（ミクロン又はサブミクロン長の顕微鏡的尺度の整然としたアレイを必要とする）光子バンドギャップ構造を製造することにある。この構造はピクセル化された電極構造を経た更なる処理と結びついて、プログラム可能な屈折率変化レンズ、操作可能アレイ構造、ピクセル化レーザーアレイ等のデバイスに至る。

最後に、図8は結晶をポーリングするためのもう1つの技法を概略的に示す。

従来の技法を使って金属ブランクをエッチングし、突起形状を有する電極400を形成する。電極400を結晶ウェハ10に押しつけ、HV電源の1つの極に接続する。結晶の他方の面上には同じ電極を使用することもできるし、或いは(図8に示すように)先に述べた導電ゲル接続を採用してもよい。

それ故、図8の電極を使用すれば、電極400が結晶ウェハ10に接触する位置及びその周りで、結晶がポーリングされる。

整列形状

次に図9に関してであるが、効果的にエッチングされた内角であるキー構造600は、互いに突き合わせられる別々の基板を整列させるための整列形状部として利用できる。

図10は、シリコン基板710とニオブ酸リチウム基板700上の相補的形状部の合体を概略的に示す。

(上記のエッチング法とは異なる従来からの異方性エッチング処理によって形成された)シリコン基板上のV溝の利用はよく知られている。このような溝は光ファイバーの整列を助けるために使用されてきた。図10では、光ファイバー730が、シリコン基板710に形成されたV溝内に描かれている。

このいわゆる「フリップチップ」では、チップ即ちニオブ酸リチウムがシリコンウェハに接着されハイブリッドチップを形成する。従来、光学的用途では、ニオブ酸リチウムチップ上の光学導波管とシリコン基板上の光学導波管との間の整列はトライアンドエラーで、基本的には互いの導波管の連結がベストとなるまで両者を互いに動かして調節している。これは時間を要しそれ故コストのかかる工程である。

図10では、これとは対照的に、整列形状部720が上述の技法を使用してニオブ酸リチウム基板700上に正確にエッチングされている。図示のように、整列形状部は柵状となっていて、V溝内にファイバー730を収めたシリコン基板をその上に乗せるようになっているので、ファイバー730のコアはニオブ酸リチウム基板表面上に形成された導波管740と整列する。

図示のように、これにより2つの基板は垂直方向には整列するが、横方向には

整列するわけではない。しかし、もう1つの実施例（図示せず）では、図9に示すタイプの角形状が「棚」形状の一端に設けられており、横方向にも整列できるようになっている。

他の実施例では、基板上に相補的整列用の「ペグ」と「孔」を設けて互いに整列できるようになっている。

一般的に、基板の少なくとも1つに上記エッチング技法により整列形状部を形成して、相補的整列形状部を2つ又はそれ以上の集積回路基板それぞれの上に設けることができる。

厚い構造

上記結晶ウェハ10の厚さは約200乃至500 μm の間にある。これは、例えば0-30kV電源からのポーリング電圧をかけて用いるのに便利な厚さである。厚い（単一の）ウェハは、勿論、エッチングするためにポーリングすることはできるが、高い電圧をかけなければならない。しかし、それに相当するほどには高い電圧をかける必要なしに厚い構造をエッチングできる技法を、図11及び12を参照しながら説明する。

図11はポーリングされたウェハ10の積層を概略的に示す。各ウェハは通常の厚さ、例えば500 μm であり、個別に上記のようにポーリングされている。次にウェハは積み上げられ、互いに接着されて複合のしかしかなり厚い構造を形成する。

接着法は、直接（別称、熱）接着である。これは、結晶ウェハを高精度の平面度になるように、例えば通常の研磨機を使って9 μm 続いて3 μm のラップ材でラッピングし、次にシトン研磨液で研磨して行うことができる。サンプルはエコクリア溶剤、アセトン、IPA及び／又は水を使って洗浄される。次にサンプルは過酸化水素とアンモニアの溶液に浸され接着しやすくされる。サンプルは互いに固く押しつけると接着される。熱処理、例えば約500℃まで温度を上げると接着強度を増す助けとなる。

積層する過程で、ポーリングされたウェハは自己整列し、同一にポーリングされた領域が互いに積層される傾向となる。これは、他の配置になるとウェハの表

面電荷同士の間には静電反発作用が働くためである。

図12はエッチング後のこのようなウェハの積層を概略的に示す。深さ500 μm 以上の極めて深い微細構造の単一ウェハが、このようにして、ポーリング電圧を極端に上げる必要なく形成できる。

音波素子

本技法は（バルク又は表面）音波素子を製作するのに使われる。図13は、例えば表面音波素子（SAW）への使用に適した一組の空間的に周期的な電極を概略的に示す。電極は、図示のようにニオブ酸リチウムにエッチングされたレリーフ構造に対し、電気伝導体800を押しつけるか又は取り付けることにより形成される。

図14は、上記技法を使ってニオブ酸リチウムにエッチングされた嶺構造810を利用した音波導波管を概略的に示す。音波は電極820により放出されて電極830で受信され、2つの面812、814で拘束される。

図15は、上記技法を使ってエッチングされた孔又は表面凹部840、850が、長さLの領域を形成し、この領域を共振音波だけが伝播できる表面音波素子を概略的に示す。この方法によって音波をフィルターにかけることができる。

同様に図16では、発信電極と受信電極との間の格子状のレリーフ構造860がある種の音波フィルタを構成する。

図17は、z軸が平滑面に直角ではない結晶ウェハを概略的に示す。直ぐに入手できる例としては、 128° Y-Xカットのニオブ酸リチウムウェハ、 $X-112^\circ$ のタンタル酸リチウム、 36° Y-Xのタンタル酸リチウム等がある。このようなカットはSAW素子に使うものとして知られている。図17に示すように、ドメイン壁には角度がついているが、ドメインはポーリングすることができるし表面構造は上記の通りに形成できる。従って、z軸成分が結晶の面の外に向いていても、本技法はなお適用可能である。

図18及び19ミラー素子を概略的に示す。ここでは、切り立ったインタフェース900が、例えば材料内へのチタン-インジウム拡散で形成された導波管のような光の伝播経路内に設けられている。図19は図18の配置を平面図で示し

たものである。

要約すると、ドメイン反転と選択的ドメインエッチングとを組み合わせれば、音波素子の製作及び操作に関する多くの可能性のある用途のための表面レリーフ構造を作ることができる。前述した方法はバルク音波素子にも等しく適用できる。

【図1】

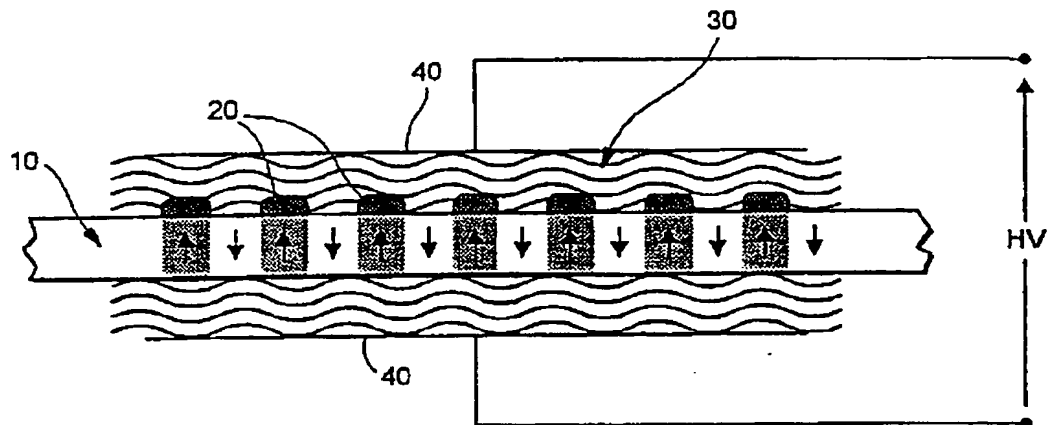


FIG. 1

【図2】

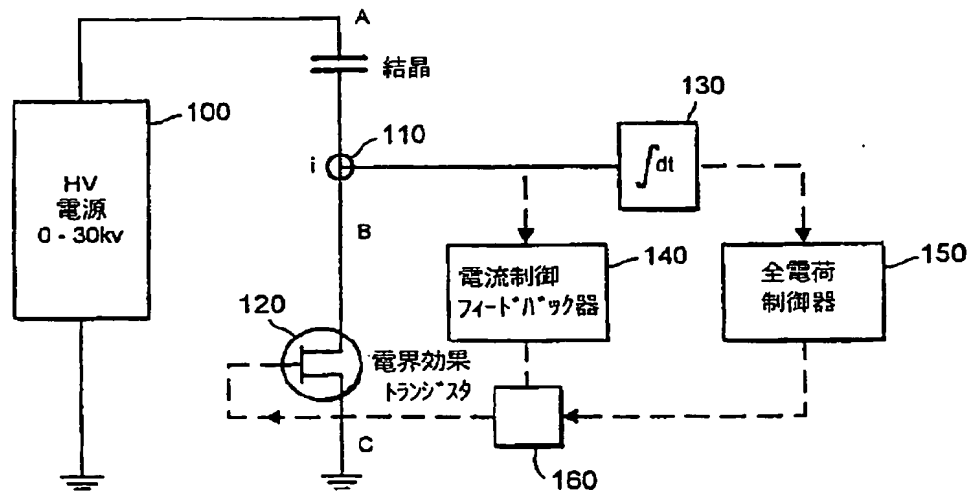


FIG. 2

【図3】

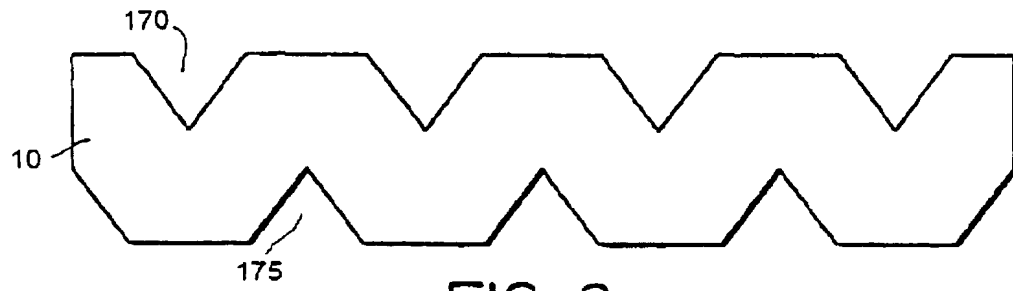


FIG. 3

【図4】

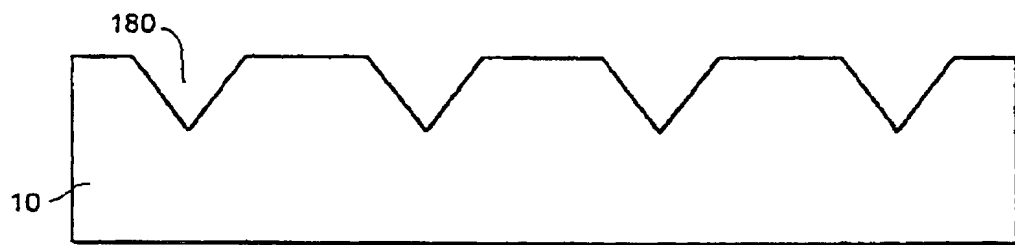


FIG. 4

【図5】

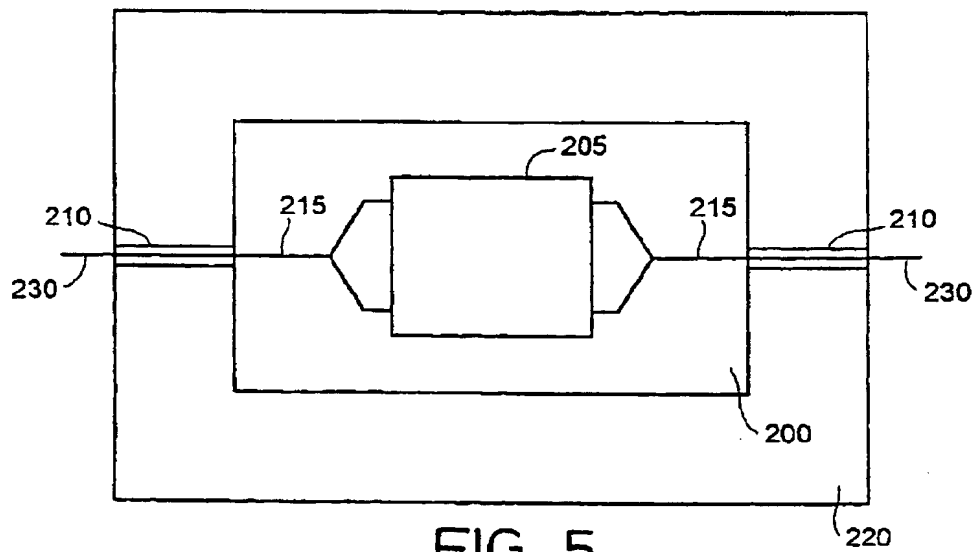
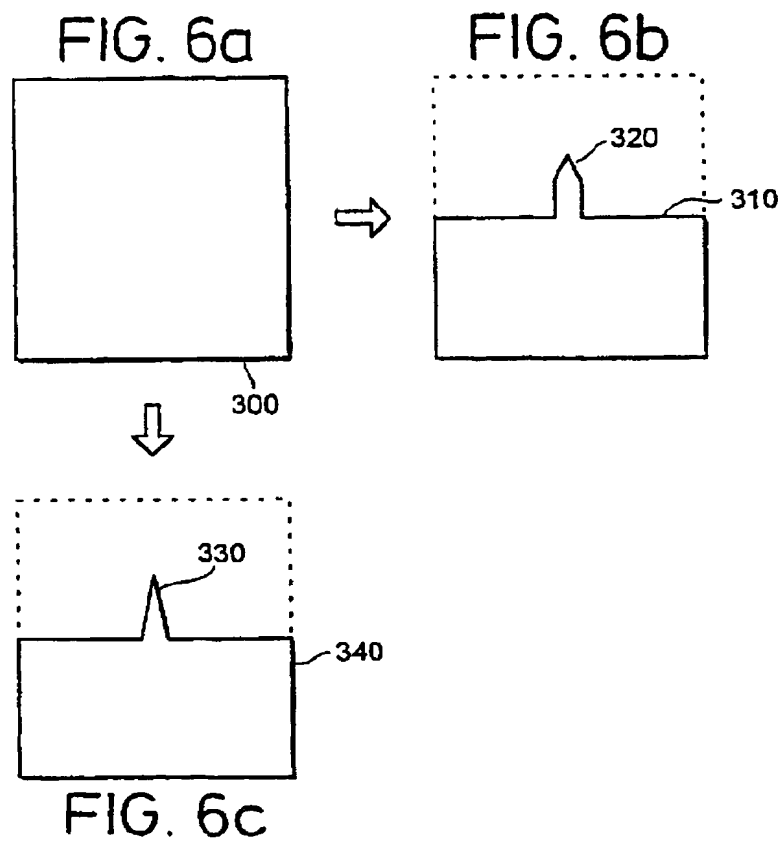
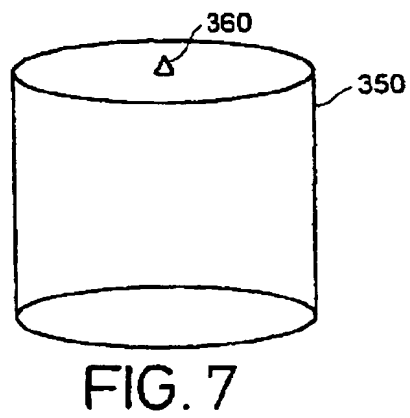


FIG. 5

【図6】



【図7】



【図8】

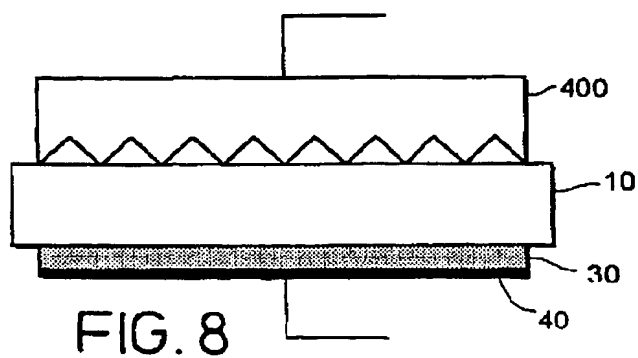


FIG. 8

【図9】

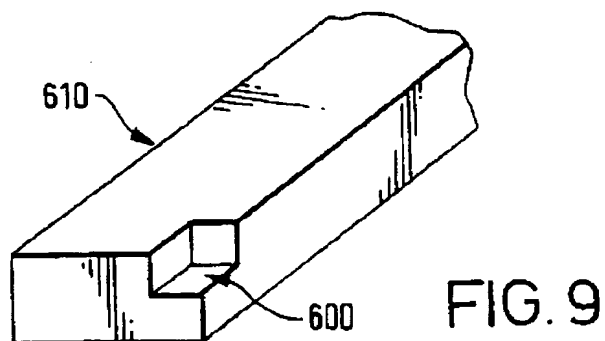


FIG. 9

【図10】

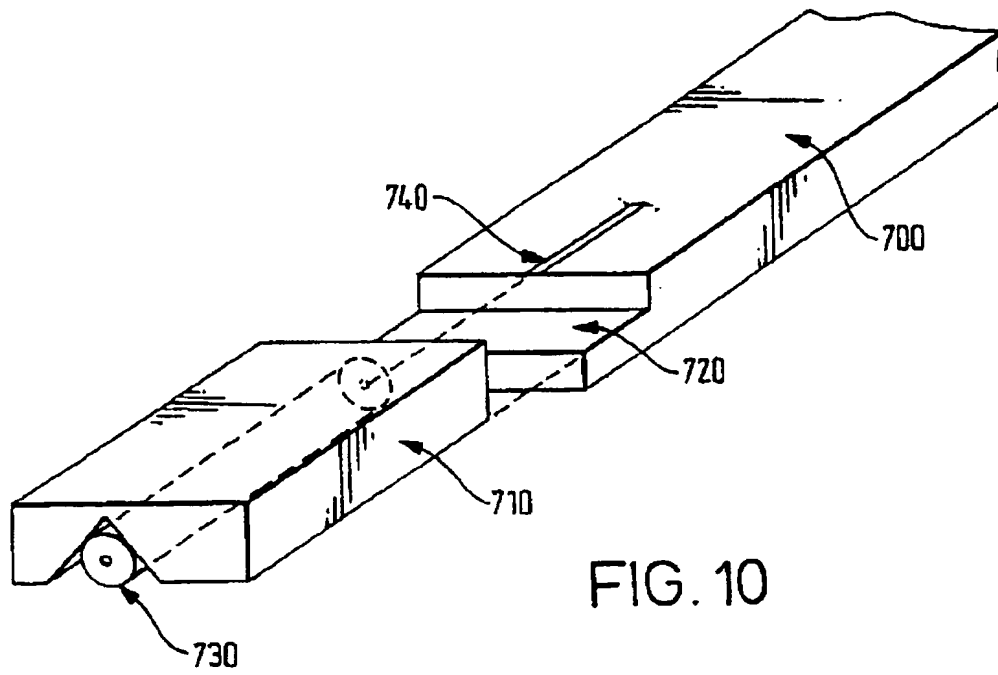


FIG. 10

【図11】

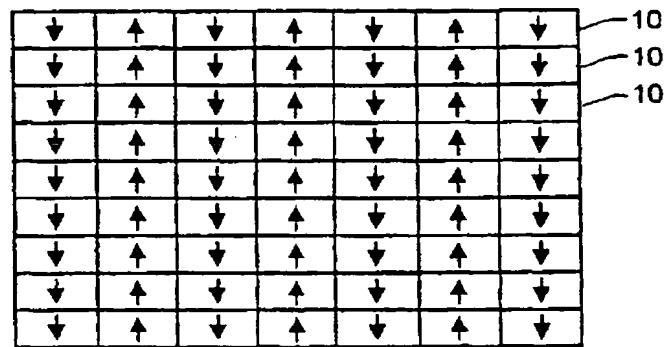


FIG. 11

【図12】

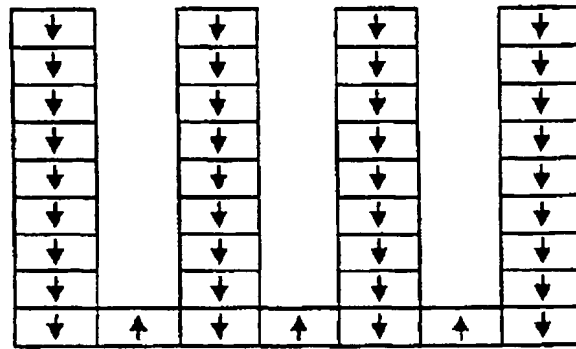


FIG. 12

【図13】

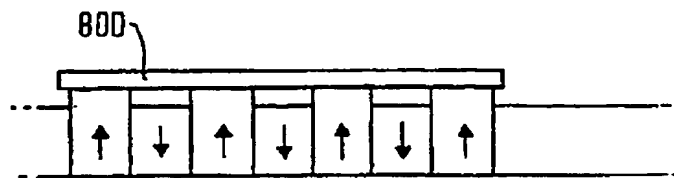


FIG. 13

【図14】

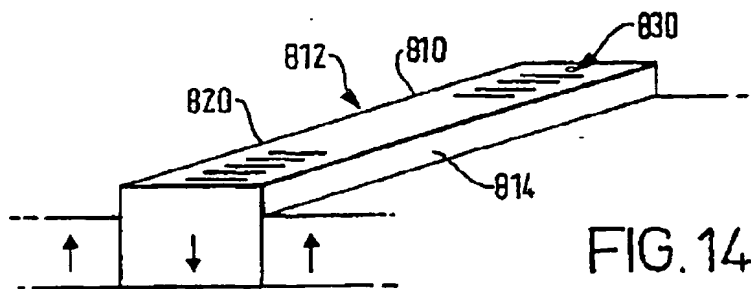


FIG. 14

【図15】

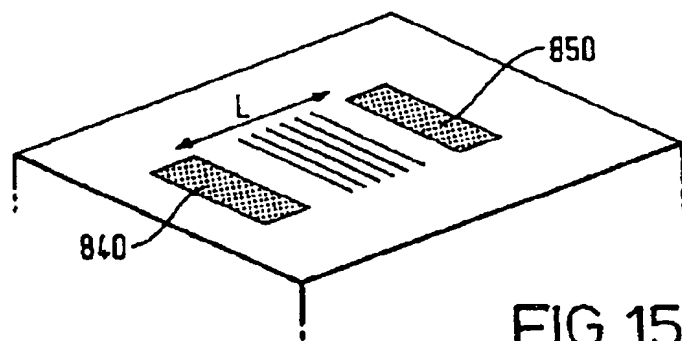


FIG. 15

【図16】

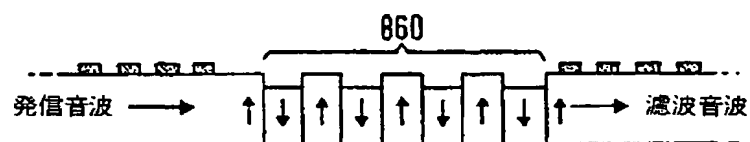


FIG. 16

【図17】

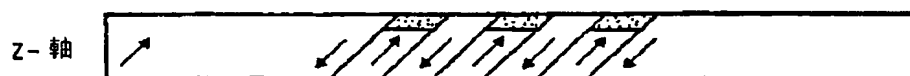


FIG. 17

【図18】

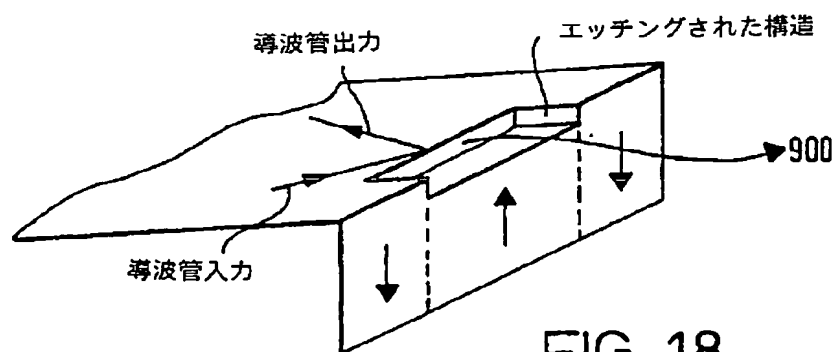


FIG. 18

【図19】

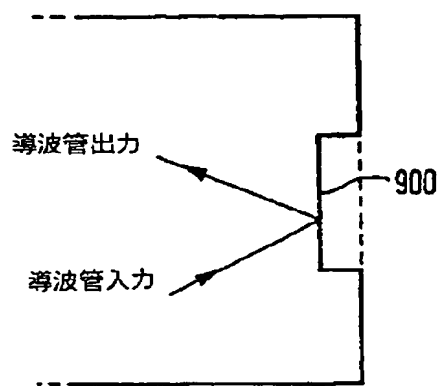


FIG.19

【手続補正書】特許法第184条の8第1項

【提出日】平成11年5月15日（1999. 5. 15）

【補正内容】

請求の範囲

1. 基板に構造的凹部をエッチングする方法において、

基板内の少なくとも幾つかの強誘電性ドメインを2つ又はそれ以上の可能なドメイン方位から選択されたドメイン方位に整列させる段階であって、それにより基板材料がエッチング液でエッチングされる速度が基板材料のドメイン方位と共に変わる段階と、

基板をエッチング液に曝す段階とを備え、

前記構造的凹部が実質的にV型断面であることを特徴とする方法。

2. 基板のある領域をエッチングして、突出する細長い形状を残す方法において、

基板内の少なくとも幾つかの強誘電性ドメインを2つ又はそれ以上の可能なドメイン方位から選択されたドメイン方位に整列させる段階であって、それにより基板材料がエッチング液でエッチングされる速度が基板材料のドメイン方位と共に変わる段階と、

基板をエッチング液に曝す段階とを備えることを特徴とする方法。

3. 外部接続部材を集積回路と整列させるのに用いるために集積回路基板上に整列用の形状を作る方法において、

基板内の少なくとも幾つかの強誘電性ドメインを2つ又はそれ以上の可能なドメイン方位から選択されたドメイン方位に整列させる段階であって、それにより基板材料がエッチング液でエッチングされる速度が基板材料のドメイン方位と共に変わる段階と、

基板をエッチング液に曝す段階とを備えることを特徴とする方法。

4. 前記整列させる段階が、

基板の選択された領域を横切って電界をかけ、その領域内のドメインを前記電界によって決まる方位に整列させる段階を含むことを特徴とする、請求の範囲第1項に記載の方法。

5. 前記整列させる段階が、

(i) 基板の1つの面の選択された領域と、(ii) 少なくとも基板の他の面のある領域のそれぞれに電極を接続する段階と、

前記電極間に電位差をかける段階とを含むことを特徴とする、請求の範囲第4項に記載の方法。

6. 前記整列させる段階が、

前記電極間に実質的に一定の電流を維持する段階を含むことを特徴とする、請求の範囲第5項に記載の方法。

7. 前記電極間に予め定められた電荷が流れるまで、前記電極間に電流を流す段階を更に含むことを特徴とする、請求の範囲第5項又は第6項に記載の方法。

8. 前記整列させる段階が、

前記電界をかけられたときに絶縁材の下にある基板材料のドメインの再整列を禁じる働きをする絶縁材を基板表面の選択された部分に塗布する段階を含むことを特徴とする、請求の範囲第4項から第7項の何れか1項に記載の方法。

9. 前記整列させる段階が、

光感受性の絶縁材を基板に塗布する段階と、
前記絶縁材の或る部分を光に露出する段階と、
前記絶縁材が光に露出されたか否かによって基板から前記絶縁材を選択的に除去する絶縁材除去材を塗布する段階とを含むことを特徴とする、請求の範囲第8項に記載の方法。

10. 請求の範囲第1項から第9項の何れか1項に記載の方法によって作られた、エッチングされた形状を有する基板。

11. 請求の範囲第2に記載の方法によって作られた原子間力顕微鏡の探針先端。

12. 前記整列形状が細長い溝であることを特徴とする、請求の範囲第3項に記載の方法。

13. 請求の範囲第3項から第12項の何れか1項に記載の方法によって作られた整列形状を有する集積回路基板。

14. 互いに基板を整列させるための相補的整列形状を有する一対の集積回路基板

において、少なくとも1つの基板上の整列形状が請求の範囲第3項から第12項の何れか1項に記載の方法により作られていることを特徴とする、一対の集積回路基板。

15. 1つの結晶材料の基板が他の結晶材料の基板上に取り付けられるフリップチップにおいて、前記基板は相補的整列形状を有し、少なくとも1つの基板上の整列形状が請求の範囲第3項から第12項の何れか1項に記載の方法により作られていることを特徴とするフリップチップ。

16. エッチングされた構造を形成する方法において、

2つ又はそれ以上の基板各々の内の強誘電性ドメインを2つ又はそれ以上の可能なドメイン方位から選択されたドメイン方位に整列させる段階であって、それにより基板材料がエッチング液でエッチングされる速度が基板材料のドメイン方位と共に変化する段階と、

1つの基板内の方位付けされたドメインが隣接する基板の同じように方位付けされたドメインと実質的に重なるように2つ又はそれ以上の基板を互いに接着する段階と、

前記接着された基板をエッチング液に曝す段階とから成ることを特徴とする方法。

17. 請求の範囲第1項から第3項の何れか1項に記載の方法を使ってエッチングされた音波導波又は音波濾波形状を有する音波素子。

18. 請求の範囲第1項から第3項の何れか1項に記載のエッチング方法を使って形成された光学反射面を有する光学導波素子。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/GB 98/01123

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 C30833/00 C30829/30 G02F1/05

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 C30B G02F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 745 883 A (EASTMAN KODAK CO) 4 December 1996 see column 7, line 48 - column 8, line 42	1-3, 11, 13
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 15, no. 167 (C-0827), 26 April 1991 & JP 03 037194 A (SUMITOMO METAL MINING CO) see abstract	1-3, 11-13, 22
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 17, no. 643 (P-1651), 29 November 1993 & JP 05 210132 A (SONY CORP) see abstract	1-3, 11-13, 22

-/-

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but used to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "S" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

4 August 1998

Date of mailing of the international search report

11/08/1998

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5816 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel: (+31-70) 340-2040, Tx: 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Cook, S

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l Patent Application No.
PCT/GB 98/01123

C. (Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 17, no. 291 (C-1067), 4 June 1993 & JP 05 017295 A (IBIDEN CO LTD) see abstract	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 95, no. 11, 26 December 1995 & JP 07 206600 A (MATSUSHITA ELECTRIC CO LTD) see abstract	20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Int. Patent Application No.

PCT/GB 98/01123

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 745883 A	04-12-1996	US 5756263 A	26-05-1998
		JP 9026607 A	28-01-1997

フロントページの続き

- (31)優先権主張番号 9803164.4
(32)優先日 平成10年2月13日(1998. 2. 13)
(33)優先権主張国 イギリス (GB)
(81)指定国 EP(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AP(GH, GM, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, GH, GM, GW, HU, ID, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZW
(72)発明者 ロス グレイム ウィリアム
イギリス アバディーン エイビー1 6
ユーエックス クイーンズ クロス グラ
ッドストーン プレイス 35
(72)発明者 スミス ピーター ジョージ ロビン
イギリス ハンプシャー エスオー51 5
ビーキュー ラムジー エイト エイカー
ズ 38
(72)発明者 ベリー イアン エリック
イギリス シンドルシャム アールジー41
5ビービー ベアーウッド ロード (番
地なし) マイトル コッテージ